
REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Recuperarea coenzimei Q10 din subproduse agro-alimentare în vederea dezvoltării unor suplimente alimentare

Doctorand **Andersina-Simina Podar**

Conducător de doctorat **Prof. Dr. habil. Sonia-Ancuța Socaci**



REZUMAT

Termenul de coenzima Q se referă la o clasă de chinone omoloage găsite în diferite organisme vii, inclusiv microorganisme, plante, animale și oameni, care împărtășesc o structură de inel benzochinonic cu un lanț lateral izoprenoid de lungimi diferite [SIEMIENIUK și SKRZYDLEWSKA, 2005; BHAGAVAN și colab., 2007]. În ultimele decenii, CoQ10 a primit multă atenție, fiind singurul antioxidant liposolubil sintetizat endogen de celule [WEBER și colab., 1997; SOUCHET și LAPLANTE, 2007; STIFF și colab., 2011]. Este implicată în procesele mitocondriale, precum respirația, sinteza celulară de ATP (adenozin trifosfat), menținerea puterii mușchilor inimii, neutralizează radicalii liberi în lupta față de îmbătrânire și stimulează sistemului imunitar [ATLA și colab., 2014].

Pierderea și risipa de alimente reprezintă o provocare globală; o treime din alimentele produse pe glob este pierdută sau risipită la un moment dat în lanțul de aprovizionare cu alimente [SMEU și colab., 2022]. Smeu și colab. (2022), afirmă că, în mod tradițional, reziduurile alimentare sunt de obicei incinerate sau aruncate în gropile de gunoi, ceea ce duce ulterior la poluarea aerului, a apei și a solului; reziduurile alimentare din mai multe industrii agro-alimentare (a legumelor, fructelor, băuturilor, zahărului, cărnii, produselor de acvacultură și marine, fructelor de mare etc.) reprezintă o sursă interesantă și mai ieftină de compuși potențial funcționali sau bioactivi, astfel încât subprodusele alimentare pot fi utilizate în vederea obținerii de produse nutraceutice și farmaceutice nu doar pentru a obține hrană pentru animale și diferite îngrășăminte.

Mai multe metode de determinare a CoQ10 din matrici alimentare sunt disponibile în literatura de specialitate, care folosesc cromatografia lichidă de înaltă performanță cu detecție cu șir de diode (HPLC-DAD), care constă mai întâi în extracția analitului cu diferiți solvenți, urmată de analiza instrumentală a extractelor obținute [PODAR și colab., 2023].

Trebuie să luăm în considerare avantajele și dezavantajele tehnicilor disponibile, precum și mai mulți factori, pentru a alege metoda analitică adecvată pentru o anumită problemă. În plus, revalidarea sau verificarea este necesară ori de câte ori o metodă este schimbată sau aplicată într-o nouă circumstanță (cum ar fi o matrice diferită), în funcție de gradul schimbării și de natura circumstanței [AUSTRALIAN PESTICIDES AND VETERINARY MEDICINES AUTHORITY]. De asemenea, caracteristicile tipice, cum ar fi acuratețea, precizia, specificitatea, limita de detecție, limita de cuantificare, liniaritatea și intervalul de standarde trebuie luate în considerare atunci când se validează o metodă analitică [EUROPEAN MEDICINES AGENCY].

Din punct de vedere al sustenabilității, izopropanolul, un solvent polar, a fost utilizat în această lucrare pentru a extrage CoQ10 din matrici alimentare; acesta se află în topul listei de substanțe chimice verzi și este considerat sigur pentru mediu de ghidurile solvenților industriali [YILMAZ și SOYLAK, 2020]. Conform Directivei

2009/32/CE a Parlamentului European și a Consiliului, izopropanolul este deja aprobat ca solvent de extracție pentru a prelucra materiile prime, alimentele, produsele alimentare sau ingredientele, cu o limită maximă reziduală de 10 mg/kg aliment.

Îmbrățișând conceptul „bun pentru mine, bun pentru pământ”, mulți consumatori sunt interesați de produse cu etichete curate și acreditări de sustenabilitate; 33% dintre utilizatorii de suplimente preferă produsele provenite din surse naturale [ADM, 2024]. Prin urmare, piața suplimentelor alimentare are o cerere mare pentru astfel de produse.

Scopul cercetării a fost acela de a evalua posibilitatea exploatării subproduselor și a deșeurilor alimentare ca sursă de CoQ10 și de a identifica cea mai potrivită metodă de recuperare a acestei molecule pentru utilizare ulterioară în prepararea de suplimente alimentare naturale. Pentru a realiza acest lucru, ne-am propus următoarele obiective:

01. Dezvoltarea unei proceduri analitice pentru recuperarea și cuantificarea CoQ10 din subproduse alimentare și deșeuri prin extracție cu ultrasunete folosind 2-propanol, precedată de analiza HPLC-DAD

02. Caracterizarea grăsimilor extrase din subprodusele/deșeurile alimentare selectate (turte de presare din rapiță, floarea soarelui, dovleac, in, nucă și cânepă; pește întreg; inimioare de pui) în ceea ce privește conținutul lor în CoQ10, tocoferoli și tocotrienoli, sau canabinoizi (doar pentru grăsimea HPC).

03. Prepararea unor suplimente alimentare naturale pe bază de CoQ10 din subproduse/deșeuri alimentare și evaluarea stabilității acestora la depozitare în condiții ambientale.

Rezultatele acestei teze au fost publicate într-un articol de tip "literature review" (revistă indexată ISI cu FI 4.1 – *Metabolites*) și trei articole de tip "original research" (o revistă indexată ISI cu FI 5.2 – *Foods*; a doua revistă indexată ISI cu FI 2.6 – *Waste and Biomass Valorization*, iar al treilea este în curs de publicare în *Bulletin of the University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Food Science and Technology*).

Studiile și experimentele descrise în această teză s-au desfășurat în cadrul Facultății de Știința și Tehnologia Alimentului și în Institutul de Științele Vieții din cadrul aceleiași Universități de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Cluj-Napoca, sub coordonarea Prof. Dr. habil. Sonia Ancuța Socaci și Prof. Dr. habil. Cristina Anamaria Semeniuc precum și supravegherea și îndrumarea co-autorilor enumerați în publicații.

Teza de doctorat este structurată în două părți principale: stadiul actual al cunoașterii, care conține un articol de tip "literature review" (Capitolul 1) și contribuțiile personale care cuprind: obiectivele cercetării (Capitolul 2), urmate de articolele cercetării proprii (Capitolele 3-5), cererea de brevet de invenție cu titlul "Procedeu de preparare a unor suplimente alimentare naturale pe bază de coenzima Q10" (Capitolul 6), și respectiv, concluzii și recomandări generale (Capitolul 7).

În ceea ce privește **prima parte** (articolul de tip "literature review"), s-a constatat că metodele analitice disponibile în literatura de specialitate pentru determinarea conținutului de CoQ10 în alimente constau într-o combinație de tehnici de extracție și cuantificare, fiecare cu puncte tari și limitări. În general, se folosește o metodă de extracție directă cu 2-propanol sau un amestec de etanol/*n*-hexan și uneori etanol/apă. Cromatografia lichidă de înaltă performanță, spectrofluorimetria și voltametria diferențială a impulsurilor sunt utilizate pentru a analiza cantitativ CoQ10 în extractele obținute. De asemenea, cele mai bogate surse de CoQ10 sunt uleiurile, organele și carnea.

În ceea ce privește cea de a **doua parte**, experimentele au inclus e: i) determinarea conținutului de coenzimă Q10 din subprodusele și reziduuri alimentare prin HPLC-DAD; ii) caracterizarea grăsimilor extrase din turte de presare, carne de pește și inimi de pui ca potențiale suplimente de CoQ10; iii) o procedură de preparare a unor suplimente alimentare naturale pe bază de CoQ10 din inimi de pui și turte de presare. Iar un capitol diferențiat îl reprezintă cererea de brevet de invenție cu titlul "Procedeu de preparare a unor suplimente alimentare naturale pe bază de coenzima Q10".

Capitolul 3 arată modul în care nivelul CoQ10 este determinat în unele subproduse alimentare (turte de presare) și reziduuri (carne de pește și inimi de pui) pentru a recupera acest compus pentru utilizare ulterioară ca supliment alimentar. A fost utilizată o metodă analitică: extracția cu ultrasunete cu 2-propanol, urmată de HPLC-DAD. Metoda a fost validată în ceea ce privește liniaritatea și intervalul de măsurare, limita de detecție (LOD) și cuantificare (LOQ), acuratețea și precizia.

Capitolul 4 este despre caracterizarea grăsimilor extrase din turtele de presare de rapiță (RPC), de floarea soarelui (SPC), dovleac (PPC), semințe de in (LPC), nucă (WPC), cânepă (HPC), pește întreg (WF) și inimi de pui (CH) în ceea ce privește conținutul lor în CoQ10, tocoferoli și tocotrienoli sau canabinoizi (numai pentru grăsimea HPC); au fost de asemenea determinate principalele clase de lipide și compoziția în acizi grași. Capacitatea antioxidantă a fiecărui tip de grăsime a fost evaluată prin metoda DPPH, în timp ce starea oxidativă a fost evaluată prin determinarea PV și TBARS. Au fost calculați mai mulți indici de calitate ai lipidelor pentru a estima raportul beneficii-daune al fiecărui potențial supliment alimentar.

Capitolul 5 prezintă (1) prepararea a patru suplimente alimentare naturale pe bază de CoQ10 din turte de presare și unul din inimi de pui și optimizarea acestei proceduri, precum și (2) evaluarea stabilității acestora la depozitare în condiții ambientale [prin determinarea (la fiecare trei luni) a conținutului de CoQ10, TEAC și PV timp de nouă luni].

Capitolul 6 cuprinde cererea de brevet cu numărul A/00138 din 24.03.2023, intitulată "*Procedeu de preparare a unor suplimente alimentare naturale pe bază de Coenzima Q10*". Inventatori: Cristina-Anamaria Semeniuc, Andersina-Simina Podar, Sonia- Ancuța Socaci, Floricuța Ranga, Simona-Raluca Ionescu, Maria-Ioana Socaciu, Melinda Fogarasi, Dan-Cristian Vodnar, Anca-Corina Fărcaș.

Perspective de viitor:

- Noua noastră linie de cercetare se va concentra pe efectuarea de teste *in vitro* asupra cancerului de piele și liniilor celulare normale. Am aplicat deja testul MTT pentru a evalua viabilitatea celulară și citotoxicitatea (datele nu sunt afișate aici). De asemenea, intenționăm să evaluăm efectele antiproliferative ale acestor suplimente alimentare și să investigăm alți markeri moleculari pentru a înțelege efectele și mecanismele lor potențiale terapeutice. Descoperirile acestor teste vor oferi perspective cruciale asupra eficacității și siguranței suplimentelor noastre alimentare, progresând înțelegerea potențialului lor în aplicații clinice.
- Munca noastră viitoare se va concentra pe evaluarea biodisponibilității suplimentelor alimentare cu cel mai mare conținut de CoQ10, și anume DS_LCH (de origine animală) și DS_PPC (vegan).